

## DISSOLVED OXYGEN CONTROL METHOD IN ACTIVATED SLUDGE PROCESS

**Publication number: JP55034120**

**Publication date:** 1980-03-10

**Inventor:** TANUMA RIYOUHEI

**Applicant:** FUJI ELECTRIC CO LTD

**Classification:**

**- International:** C02F3/12; C02F3/00; G01N33/18; G05D21/02;  
C02F3/12; C02F3/00; G01N33/18; G05D21/00; (IPC1-  
7): C02F3/12

**- European:** C02F3/00R; G01N33/18A; G05D21/02

**Application number:** JP19780106381 19780831

**Priority number(s):** JP19780106381 19780831

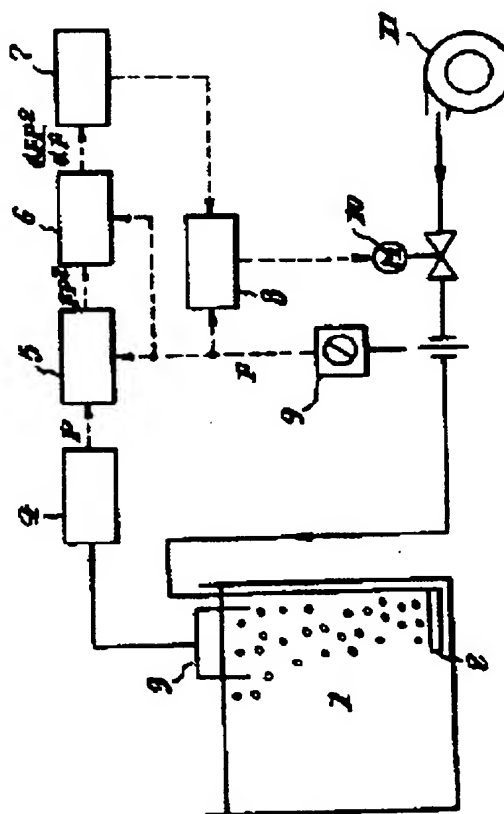
**Also published as:**

 DE2935120 (A1)

**Report a data error here**

## Abstract of JP55034120

**PURPOSE:** To maintain excellent properties of activated sludge and realize power saving, by supplying a minimum necessary amount of air in the range not causing drop of breathing activity of the activated sludge due to decrease of dissolved oxygen (DO). **CONSTITUTION:** Aeration air dispensed from air dispensing pipe 2 is conveyed from an air blower 11. This aeration air is discharged as exhaust gas from the surface of the waste water, and this exhaust gas is sampled by an exhaust gas capturing device 3. The sampled exhaust gas is led into an oxygen analyzer 4, which detects the difference P between the oxygen partial pressure in the aeration air and the oxygen partial pressure in the exhaust gas, and transmits an oxygen partial pressure differential signal P. Receiving this signal, an operational unit 7 gives an air flow target value signal to an air flow controller 8, and drives a motor-driven valve 10 for air flow operation so that the deviation between the aeration air flow signal F introduced from an air flow meter 9 and the air flow target value signal may be zero. As a result, a minimum necessary amount of air may be supplied into the air dispensing pipe 2, and the breathing activity of the activated sludge may not be lowered.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—34120

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 02 F 3/12

識別記号  
CDU

庁内整理番号  
6359—4D

⑬ 公開 昭和55年(1980)3月10日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 活性汚泥プロセスにおける溶存酸素制御法

川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機製造株式会社内

⑯ 特 願 昭53—106381  
⑰ 出 願 昭53(1978)8月31日  
⑱ 発 明 者 田沼良平

⑯ 出 願 人 富士電機製造株式会社  
川崎市川崎区田辺新田1番1号  
⑱ 代 理 人 弁理士 染谷仁

明 細 書

1. 発明の名称 活性汚泥プロセスにおける溶  
存酸素制御法

2. 特許請求の範囲

1) 曝気工程を含む活性汚泥プロセスにおいて  
曝気空気中の酸素分圧と曝気排ガス中の酸素分  
圧との差Pおよび曝気空気量Fを測定変数から  
活性汚泥の呼吸活性が低下し始める溶存酸素濃  
度付近で極大値あるいは極小値を持つ関数を合  
成し、この合成関数が極大値あるいは極小値に  
なるように曝気空気量を調節することを特徴と  
する活性汚泥プロセスにおける溶存酸素制御法。

2) 特許請求の範囲第1項記載の方法において、  
活性汚泥の呼吸活性が低下し始める溶存酸素濃  
度付近で極大値を持つ関数FP<sub>2</sub>を合成し、この  
合成関数が極大値になるように曝気空気量を調  
節することを特徴とする方法。

3) 特許請求の範囲第2項記載の方法において、  
合成関数FP<sub>2</sub>の極大値は溶存酸素濃度が0.4

ppm付近で得られることを特徴とする方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は活性汚泥プロセスにおける溶存酸素制  
御法に関し、詳細には活性汚泥プロセスにおいて  
溶存酸素(DO)の減少により活性汚泥の呼吸活  
性が低下しない範囲で必要最少限の曝気空気を供  
給する溶存酸素制御法に関する。

家庭排水、工場廃水等、各種廃水処理に際して、  
従来から活性汚泥法が広く利用されているが、こ  
の方法は処理効率が微生物に依存するため、その  
性状を常に良好に保つように十分に管理されなけ  
ればならない。特に好気性微生物である活性汚泥  
はDOの低下により活性が低下するため、DOを  
一定レベル以上に保つように曝気する必要がある。  
しかし、過剰な曝気は活性汚泥フロックを細分化  
し、最終沈殿池における汚泥の沈降性を悪化させ  
るばかりでなく、曝気ブロブを過剰運転してむだ  
な電力消費をすることになるため、活性汚泥の活  
性が低下しない範囲でDOをなるべく低い値に制

御することが望ましい。

DO 制御法として従来、DO 測定電極を直接曝気槽内に挿入して液中のDOを測定する方法が実施されてきたが、この方法は電極表面の汚れに起因するトラブルの発生が最大の欠点であつた。

さらに、曝気排ガス中の酸素分圧と大気中の酸素分圧との差Pを測定し、これと曝気空気量Fの補正值 $F^{1-\alpha}$  ( $\alpha$ は定数)との積である制御変数 $\varphi$ が一定になるように曝気空気量を調節するDO制御法もまた公知であるが、この方法は水質の影響により生じる誤差が低DO域で大であるため、水質の影響を受けにくい曝気槽出口付近のDOを比較的高い値に制御する場合には適するが、曝気槽入口付近のDO制御としては難点がある。

本発明の目的は曝気槽入口付近のDO最低点において活性汚泥の活性低下をきたさないDO値を保証し、かつ必要最少限の曝気空気量を供給し、これによつて活性汚泥の性状を良好に保つとともに曝気ブローの過剰運転を防止して電力節減をも達成しうる活性汚泥プロセスにおける溶存酸素制

御法を提供することにある。

前述の目的は本発明によれば、曝気工程を含む活性汚泥プロセスにおいて曝気空気中の酸素分圧と曝気排ガス中の酸素分圧との差Pおよび曝気空気量Fを測定変数とし、これらの測定変数から活性汚泥の呼吸活性が低下し始める溶存酸素濃度付近で極大値あるいは極小値を持つ関数を合成し、この合成関数が極大値あるいは極小値になるように曝気空気量を調節することを特徴とする活性汚泥プロセスにおける溶存酸素制御法を与えることによつて達成される。

活性汚泥プロセスにおいて、曝気槽中で消費される酸素量は活性汚泥の呼吸速度に相当する。

活性汚泥の呼吸速度RrとDOとの関係は次式で表わされる。

$$R_r = R_{rm} \frac{C}{K_c + C} \quad (1)$$

ここで、 $R_{rm}$ は最大呼吸速度 ( $\text{mg O}_2/\text{hr} \cdot \text{L}$ )、 $K_c$ は定数 (ppm)、 $C$ はDO (ppm) である。これはMichaelis-Menten式と呼ばれ、酵素反

応速度を論ずる際一般に用いられるモデルであり、反応速度と制限基質の関係を示している。この場合はDOを制限基質としている。もちろんRrを律する因子としてDOのほかにBOD濃度、MLSS等も考慮する必要があるが、ここでは $R_{rm}$ がこれらの関数であると考えことにする。

ところでRrは曝気空気中の酸素分圧と排ガス中の酸素分圧の差Pおよび曝気空気量Fから測定することができる。すなわち、曝気槽内の酸素移動は式(2)で示すことができる。

$$\frac{dc}{dt} + R_r = \beta \frac{FP}{V} \quad (\beta: \text{定数}, V: \text{曝気槽}(m^3)) \quad (2)$$

さらに通常は $dc/dt \ll R_r$ であり、また一定時間の平均をとれば $dc/dt = 0$ であるため、Rrは $\beta FP/V$ 、すなわち、FPとして測定することができる。第1図において破線FPは式(1)を図示したものであるが、これはDOが0.2~0.3 ppm以下になると呼吸速度が急速に低下することを示している。もちろん、この関係は $K_c$ の選び方によつて変わるが、標準活性汚泥法の場合、経験的に

$K_c \approx 0.1 \text{ ppm}$  とすることができる。

第2図は実際のプラントにおいてFPをDOに対してプロットした実験結果である。第2図から明白なように、EPは $DO < 0.4 \text{ ppm}$ で急激に低下しており、第1図の破線FPと同様の関係があることがわかる。ただし、高DO側のプロットが右下り傾向にあるのは $R_{rm}$ がBOD濃度やMLSSにも影響されるためである。

このように、活性汚泥の呼吸速度は低DO側で急激に低下するため、これを一定レベル以下に低下させない様に空気を供給する方法として発明者は $FP^2$ の関数を合成することを見出した。すなわち、FPはDOの増加とともに増加するのに対し(第1図破線)、Pは逆に減少するため(第1図1点鎖線)、両者の積 $FP^2$ は $DO = 0.4 \text{ ppm}$ 付近で極大値を持つ曲線となる(第1図実線)。したがつて活性汚泥プロセスにおいて $FP^2$ を測定し、この値を最大にするように曝気空気量を調節すれば、DOを0.4 ppm付近に制御できることになる。式(1)から $DO = 0.4 \text{ ppm}$ 、すなわち、 $C = 0.4 \text{ ppm}$

における  $R_r$  を求めると、これは  $R_{rm}$  の約 80 % となり (ただし  $K_c$  を 0.1 ppm とした)、曝気槽入口付近の DO 最低点でこのような DO 値が維持できれば入口以外の他の地点では呼吸速度にほとんど影響を及ぼさない DO 値が保証されることになる。 $FP^2$  を極大値にするためには  $FP^2$  を  $F$  で微分し、これを零にする方法が考えられる。第 3 図は  $F$  と  $FP^2$  との関係を示すグラフであるが、この極大値における空気量で  $DO = 0.4$  ppm になるのであるから、 $dFP^2/dF = 0$  になるように曝気空気量を調節すれば  $FP^2$  の極大値が得られるわけである。

本発明は以上のような原理に基づくものであるが、さらに本発明を実際のプラントに使用した場合の計算機シミュレーションにより以下のように検討した。

$FP^2$  曲線の傾斜  $\Delta FP^2/\Delta F$  は  $P$  および  $F$  の現在値を含む 4 つのサンプリング値から次式により計算した。

$$\frac{\Delta FP^2}{\Delta F} = \frac{FP^2(t) - FP^2(t-3\Delta t) + 3(FP^2(t-\Delta t) - FP^2(t-2\Delta t))}{F(t) - F(t-3\Delta t) + 3(F(t-\Delta t) - F(t-2\Delta t))} \quad (3)$$

ここで  $\Delta t$  はサンプリング時間 (1.8 分) である。実際にはこの値を  $FP^2(t)$  で割り、規格化した値を制御変数  $D_1$  とした。

$$D_1 = \frac{1}{FP^2(t)} \cdot \frac{\Delta FP^2}{\Delta F} \quad (4)$$

この値を零にする様に空気量を調節するが、第 1 図および第 2 図に示した特性は  $R_{rm}$  を一定と仮定して求めたものであるため、 $R_{rm}$  の変化時には DO が減少しすぎる場合が生じる。そこで、これを防ぐために、 $FP$  の現在値と前回値の差  $\Delta FP$  を求め、さらにこれを  $FP$  で割った値を  $D_2$  とし、

$$D_2 = \frac{1}{FP(t)} \cdot \Delta FP \quad (5)$$

$D_2$  が負になつた時には曝気空気量を増加させる制御動作を組み合わせた。すなわち、第 1 図からわかるように  $FP$  が急減する時点は DO が設定値以下になつたときであるからである。これらの制御動作を組み合わせ、式(6)に従つて曝気空気量を決定した。

$$F(t+\Delta t) = F(t) - K_2 D_2 + K_1 D_1 \Delta t \quad (6)$$

ここで、 $K_1$ 、 $K_2$  は定数である。第 4 図はシミュレーションの結果であり、図中、黒丸は DO、白丸は曝気空気量、実線は  $R_{rm}$  である。また、破線は次式で定義されるパラメータであり、

$$K = \frac{K_L a V}{F \alpha} \quad (7)$$

これは水質の影響を受け、通常 BOD の増加に伴ない減少する。このシミュレーションは流入 BOD 負荷の増加に伴い  $R_{rm}$  が増加し、それに伴い  $K$  が減少した場合を想定しており、DO は 0.3 ~ 0.5 ppm に制御されることを示している。

さらに本発明を第 5 図を用いて具体的に詳述する。

第 5 図は本発明方法を実施するための装置の一具体的ブロック図である。

1 は曝気槽である。曝気槽 1 の底部には散気管 2 が設置されている。処理すべき廃水は曝気槽 1 内に導入され、ここで廃水は散気管 2 から散気される空気によつて活性汚泥とともに曝気される。

散気管 2 から散気される曝気空気は空気プロア 11 から搬送される。廃水中に散気された空気は廃水の液面から排ガスとして放出され、この排ガスは排ガス捕集器 3 でサンプリングされる。サンプリングされた排ガスは酸素分析計 4 に導かれ、ここで曝気空気中の酸素分圧と排ガス中の酸素分圧との差  $P$  を検出し、酸素分圧差信号  $P$  を発信する。9 は曝気空気流量を測定して曝気空気流量信号  $F$  を発信する空気流量計である。前記信号  $P$  および  $F$  は演算装置 5 に送られ、ここで  $FP^2$  が演算される。さらに信号  $FP^2$  は信号  $F$  とともに演算装置 6 に送られ、 $dFP^2/dF$  を演算する。7 は  $dFP^2/dF$  を受け入れる演算装置であり、8 は空気流量調節計である。信号  $dFP^2/dF$  を受けた演算装置 7 は  $dFP^2/dF \rightarrow 0$  になるように空気流量調節器 8 に空気流量目標値信号を与え、空気流量計 9 から導かれる曝気空気流量信号  $F$  とこの空気流量目標値信号との偏差が零になるように空気流量操作電動バルブ 10 を駆動する。このため、散気管 2 には必要最小限の空気を供給することがで

するための一具体的ブロック図である。

- 1 ……曝気槽、2 ……散気管、3 ……排ガス捕集器、4 ……酸素分析計、5, 6, 7 ……演算装置、8 ……空気流量調節計、9 ……空気流量計、10 ……空気流量操作電動バルブ、11 ……空気ブロア、P ……酸素分圧差信号、F ……曝気空気流量信号

特許出願人 富士電機製造株式会社

代理人 井理士 染 谷

き、しかも活性汚泥の呼吸活性を低下させない。

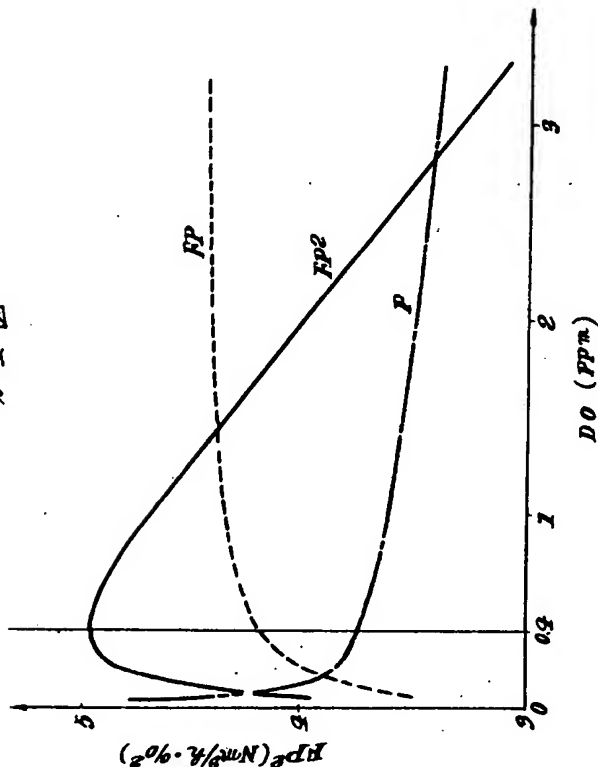
このようにしてなる本発明方法はDO減少により活性汚泥の呼吸活性が低下しない範囲で必要最少限の空気を供給しうるので、活性汚泥の性状を良好に保つとともに電力節減が可能となり、実用上極めて有用な方法である。

なお、本発明は前述において、活性汚泥の呼吸活性が低下し始める溶存酸素濃度付近で極大値を持つ関数 $FP^2$ を合成して説明したが、極小値を持つ関数を合成してもよく、この場合、合成関数が極小値になるように曝気空気量を調節することによって溶存酸素を制御しうるものである。

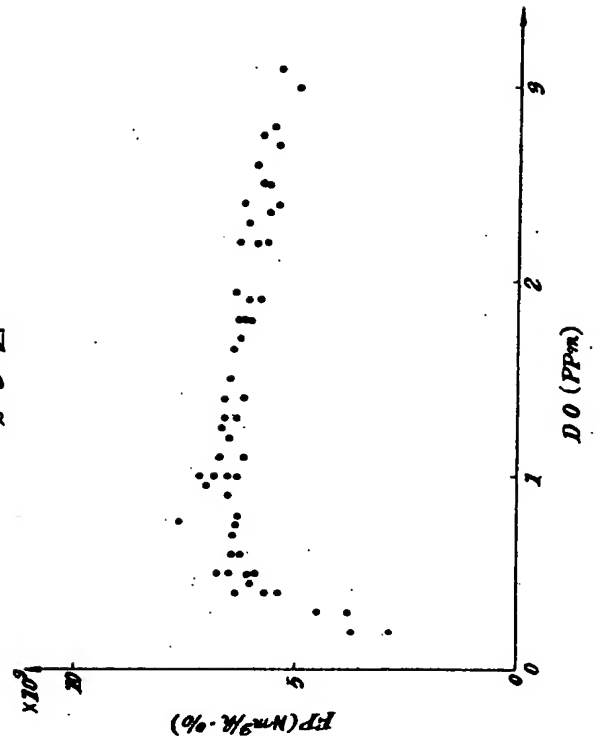
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はP、FPおよび $FP^2$ の各々とDOとの関係を示すグラフであり、第2図はFPとDOとの関係を示すグラフであり、第3図は $FP^2$ と曝気空気量との関係を示すグラフであり、第4図は本発明の計算機シミュレーションによる測定結果を示すグラフであり、第5図は本発明方法を実施

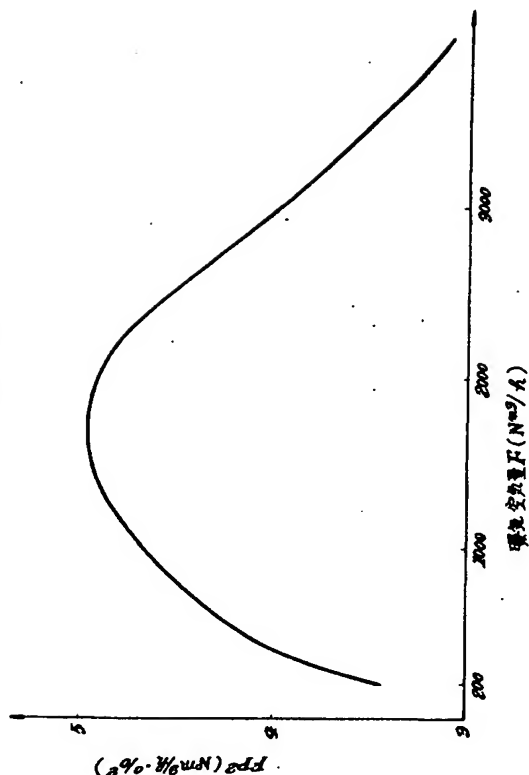
第1図



第2図

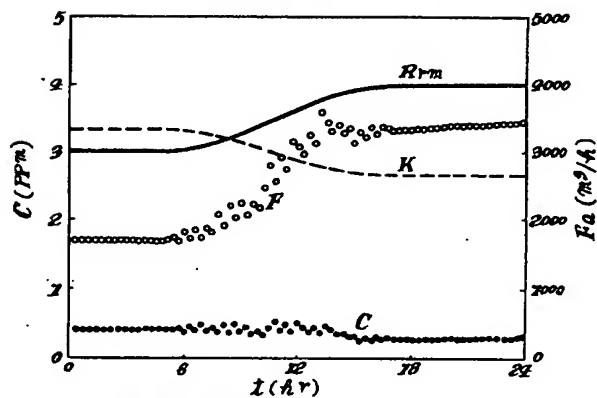


第3図

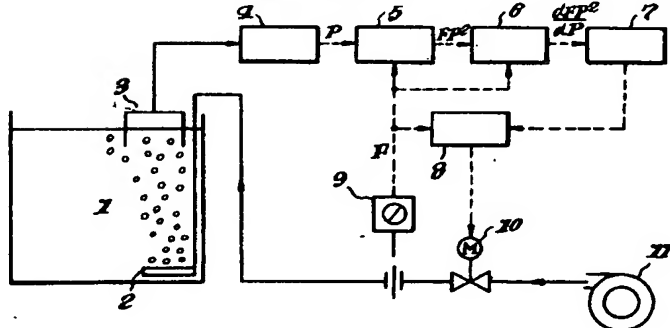


第4図

特開 昭55-34120(5)



第5図



## 手続補正書



昭和53年10月7日

特許庁長官 熊谷 善二 殿

### 1. 事件の表示

昭和53年特許願第106381号

### 2. 発明の名称

活性汚泥プロセスにおける溶存酸素制御法

### 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

(523) 富士電機製造株式会社

### 4. 代理人

東京都千代田区平河町2-16-6  
第3工常ビル7階(〒102)  
染谷 国際特許事務所  
電話 (03) 230-0071  
(7075) 弁理士 染谷 仁

### 5. 補正命令の日付

自発

### 6. 補正により増加する発明の数

なし

### 7. 補正の対象

明細書の「特許請求の範囲」および「発明の詳細な説明」の欄、および図面。

### 8. 補正の内容

別紙のとおり。

特許庁

53.10.9

出願第二部

大畑

(一) 明細書を次のように訂正。

1. 特許請求の範囲を次のように訂正。

「2. 特許請求の範囲

1) 曝気工程を含む活性汚泥プロセスにおいて曝気空気中の酸素分圧と曝気排ガス中の酸素分圧との差Pおよび曝気空気量Fを測定変数とし、これらの測定変数から活性汚泥の呼吸活性が低下し始める溶存酸素濃度付近で極大値あるいは極小値を持つ関数を合成し、この合成関数が極大値あるいは極小値になるように曝気空気量を調節することを特徴とする活性汚泥プロセスにおける溶存酸素制御法。

2) 特許請求の範囲第1項記載の方法において、活性汚泥の呼吸活性が低下し始める溶存酸素濃度付近で極大値を持つ関数FP<sup>2</sup>を合成し、この合成関数が極大値になるように曝気空気量を調節することを特徴とする方法。

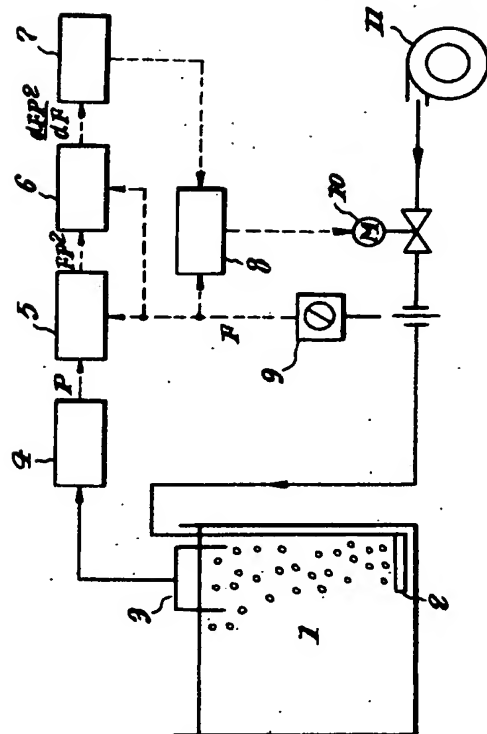
3) 特許請求の範囲第2項記載の方法において、合成関数FP<sup>2</sup>の極大値は溶存酸素濃度が0.4 ppm 付近で得られることを特徴とする方法。」

2. 第6ページ第4行目「EP」を「FP」と訂正。

(二) 図中第5図を別紙のとおり訂正。

(第5図中  $\frac{dFP}{dP}$  を  $\frac{dFP^2}{dF}$  と訂正した。)

第5図



特開 昭55-34120(6)

Partial English translation of JP-A-55-34120 (Ref.3)

(page 1, left lower column, line 1 to right lower column, line 7)

SPECIFICATION

1. Title

DISSOLVED OXYGEN CONTROL METHOD IN ACTIVATED SLUDGE PROCESS

2. Claims

(1) A dissolved oxygen control method in an activated sludge process including an aeration process, comprising: using difference  $P$  between oxygen partial pressure in aeration air and oxygen partial pressure in aeration exhaust gas, and aeration air amount  $F$  as measurement parameters; synthesizing a function from the measurement parameters, which has local maximum value or local minimum value near a dissolved oxygen concentration at which breathing activity of the activated sludge begins to lower; and controlling the aeration air amount so that the synthesized function becomes to the local maximum value or the local minimum value thereof.

(2) The dissolved oxygen control method according to claim 1, comprising: synthesizing a function  $FP^2$  which has local maximum value near a dissolved oxygen concentration at which the breathing activity of the activated sludge begins to lower; and controlling the aeration air amount so that the synthesized function becomes to the local maximum value thereof.

(3) The dissolved oxygen control method according to claim 2, wherein the local maximum value of the synthesized function  $FP^2$  is obtained near 0.4 ppm of the dissolved oxygen concentration.

3. Detailed Description of Invention

The present invention relates to a dissolved oxygen control method in an activated sludge process, specifically, it relates to a dissolved oxygen control method for supplying a minimum necessary amount of aeration air in the range not causing drop of breathing activity of the activated sludge due to decrease of dissolved oxygen (DO).

(page 2, left upper column, line 15 to page 4, right upper column, line 7)



The object of the present invention is to provide a dissolved oxygen control method in an activated sludge process which ensures such DO value not causing drop of activity of the activated sludge at the lowest point of DO near the entrance of an aeration tank and supplies a minimum necessary amount of aeration air, thereby, enabling the nature of the activated sludge to be kept good, and prevents over operation of an aeration blower, also enabling power saving to be realized.

The above mentioned object can be realized by providing a dissolved oxygen control method in an activated sludge process including an aeration process, including: using difference P between oxygen partial pressure in aeration air and oxygen partial pressure in aeration exhaust gas, and aeration air amount F as measurement parameters; synthesizing a function from the measurement parameters, which has local maximum value or local minimum value near a dissolved oxygen concentration at which breathing activity of the activated sludge begins to lower; and controlling the aeration air amount so that the synthesized function becomes to the local maximum value or the local minimum value thereof.

In the activated sludge process, consumption amount of oxygen in an aeration tank corresponds to the breathing rate of the activated sludge.

The relationship between the breathing rate  $R_r$  of activated sludge and DO is expressed by the following formula:

$$R_r = R_{rm}C / (K_c + C) \text{ -----}$$

(1)

Where,  $R_{rm}$  is a maximum breathing rate ( $\text{mgO}_2 / \text{hr} \cdot \text{l}$ ),  $K_c$  is a constant (ppm), and C is DO (ppm). This is called as Michaelis-Menten formula, which is a model generally used when oxygen reaction rate is discussed, and indicating the relationship between the reaction rate and a limiting substrate. In this case the limiting substrate is DO. Of course, as factors controlling  $R_r$ , not only DO but also BOD concentration and MLSS etc. have to be considered, however, here it is considered that  $R_r$  is a function of these.

Incidentally,  $R_r$  can be measured using difference P in oxygen partial pressure between the aeration air and the exhaust gas and aeration air amount F. That is, oxygen movement in the aeration tank can be expressed by the following formula (2):

$$(dc / dt) + R_r = \beta FP / V$$

( $\beta$ : constant, V: aeration tank ( $\text{m}^3$ )) -----

(2)

Further, since, usually  $dc / dt \ll R_r$ , and if averaging  $dc / dt$  in a constant time,  $dc / dt = 0$ ,  $R_r$  can

be measured as  $\beta FP / V$ , that is FP. In Fig. 1, the formula (1) is illustrated by dotted line FP, this indicates that if DO becomes equal to or smaller than 0.2 to 0.3 ppm, the breathing rate rapidly lowers. Of course, although the relationship changes depending on the selection way of  $K_c$ , in case of standard activated sludge method  $K_c$  can be empirically set as  $K_c \approx 0$ .

Fig. 2 is a view illustrating experimental results when FP is plotted with respect to DO in an actual plant. As is clear from Fig. 2, FP lowers rapidly in a range of DO < 0.4 ppm, thereby, it is clear that there is a similar relationship to the dotted line in Fig. 1. However, the reason in that plots at high DO side tend to lower is due to the fact that  $R_{rm}$  is also affected by BOD concentration and MLSS.

In this manner, since the breathing rate of the activated sludge lowers rapidly at low DO side, as a method for supplying air so as to prevent the breathing rate from lowering to a constant level or less, the inventor of the present invention found out to synthesize a function of  $FP^2$ . In other words, since while FP increases as DO increases (dashed line in Fig. 1), P reduces on the contrary (one dot and dash line in Fig. 1), the curve of the product between them  $FP^2$  has local maximum value near a range of DO = 0.4 ppm (solid line in Fig. 1). Accordingly, if while measuring  $FP^2$  in the active sludge process, aeration air amount is controlled so as to cause the value to be maximum, DO will be controlled to be near the range of DO = 0.4 ppm. When  $R_r$  at DO = 0.4 ppm, that is at  $C = 0.4$ , is calculated from the formula (1), it is about 80% of  $R_{rm}$  (where,  $K_c$  is set to 0.1 ppm), thereby, if such DO value could be kept at the lowest point of DO near the entrance of the aeration tank, at points other than the entrance, DO value hardly affects the breathing rate would be ensured. In order to cause  $FP^2$  to have local maximum value, a method can be considered, in which  $FP^2$  is differentiated by F and the resultant value is set to zero. Fig. 3 is a graph illustrating the relationship between F and  $FP^2$ , and since at an air amount in the local maximum value thereof, DO = 0.4 ppm is satisfied, if the aeration air amount is controlled so as to satisfy  $dFP^2 / dF = 0$ , the local maximum value of  $FP^2$  would be obtained.

The present invention is based on the principle as mentioned above, and further, a case in which the present invention is used in an actual plant is investigated by means of computer simulation as follows.

The slope  $\Delta FP^2 / \Delta F$  of  $FP^2$  curve was calculated by the following formula using four sampling values including the present value of P and F.

$$\frac{\Delta FP^2}{\Delta F} = \{FP^2(t) - FP^2(t - 3\Delta t) + 3(FP^2(t - \Delta t) - FP^2(t - 2\Delta t))\} / \{F(t) - F(t - 3\Delta t) + 3(F(t - \Delta t) - F(t - 2\Delta t))\}$$

----- (3)

Where,  $\Delta t$  is a sampling time (1.8 minutes).  
Actually, normalized value that is the resultant value divided by  $FP^2t$ , is used as a control parameter  $D_1$ .

$D_1 = \{1 / FP^2(t)\} \cdot \Delta FP^2 / \Delta F$  ----- (4)  
Although the air amount is controlled so as to cause the value to be zero, since characteristics illustrated in Figs. 1 and 2 are obtained by assuming that  $R_{rm}$  is constant, a case occurs, in which when  $R_{rm}$  changes DO is lowered too much. Therefore, in order to prevent this, the difference  $\square FP$  between the present value of FP and the former value of FP is obtained, and further, using value  $D_2$  that is the difference  $\square FP$  divided by FP, a control operation is combined, in which when  $D_2$  becomes negative, the aeration air amount is increased.

$$D_2 = \{1 / FP(t)\} \cdot \Delta FP$$

----- (5)

In other words, as is clear from Fig. 1, since the instance when FP lowers rapidly is a time when DO becomes equal to or smaller than the set value. By combining these control operations and according to formula (6), the aeration air amount was determined.

$$F(t + \Delta t) = F(t) - K_2 D_2 + K_1 D_1 \Delta t$$

----- (6)

Where,  $K_1$  and  $K_2$  are constants. Fig. 4 is a graph illustrating the results of simulation, and in the figure, black circles denote the DO, white circles denote the aeration air amount, and the solid line denotes  $R_{rm}$ . Moreover, the dashed line is a parameter defined by the following formula:

$$K = K_{La} V / F^\alpha$$

----- (7)

This is influenced by water quality and usually decreases as the BOD increases. Since the simulation assumes a case  $R_{rm}$  increases as the load of inflow BOD increases, accompanied with this K decreases, it is indicated that the DO is controlled within a range of 0.3 to 0.5 ppm.

Further the present invention will be described specifically with reference to Fig. 5.

Fig. 5 is a specific block diagram of an apparatus for embodying the method of the present invention.

Reference numeral 1 is an aeration tank. On the bottom portion of the aeration tank 1, an air diffusing pipe 2 is provided. Waste water to be treated is guided to the aeration tank 1, where the waste water is aerated along

with activated sludge by air dispersed by the air diffusing pipe 2. Aeration air diffused from air diffusing pipe 2 is conveyed from an air blower 11. This aeration air is discharged as exhaust gas from the surface of the waste water, and this exhaust gas is sampled by an exhaust gas capturing device 3. The sampled exhaust gas is led into an oxygen analyzer 4, which detects the difference  $P$  between the oxygen partial pressure in the aeration air and the oxygen partial pressure in the exhaust gas, and transmits a difference in oxygen partial pressure signal  $P$ . Reference numeral 9 is an air flow meter for measuring the aeration air flow amount and transmitting an aeration air flow amount signal  $F$ . The signals  $P$  and  $F$  are sent into an operational unit 5, in which  $FP^2$  is calculated. Further, the signal  $FP^2$  and the signal  $F$  are sent into an operational unit 6, in which  $dFP^2 / dF$  is calculated. Reference numeral 7 is an operational unit for receiving  $dFP^2 / dF$ , and reference numeral 8 is an air flow controller. The operational unit 7 received the signal  $dFP^2 / dF$  gives an air flow target value signal to an air flow controller 8 so that satisfy  $dFP^2 / dF \rightarrow 0$ , and drives a motor-driven valve 10 for air flow operation so that the deviation between the aeration air flow signal  $F$  introduced from an air flow meter 9 and the air flow target value signal may be zero. As a result, a minimum necessary amount of air may be supplied into the air diffusing pipe 2, and the breathing activity of the activated sludge may not be lowered.

Since the method of the present invention thus constituted can supply a minimum necessary amount of air in the range not causing drop of breathing activity of the activated sludge due to decrease of DO, it is possible to maintain excellent properties of activated sludge and realize power saving, resulting in a practically very useful method.

In addition, although in the above description, the present invention described a case of synthesizing a function  $FP^2$  having local maximum value near the dissolved oxygen concentration at which the breathing activity of the activated sludge begins to lower, a function  $FP^2$  having local minimum value may be synthesized, and in this case the dissolved oxygen can be controlled by controlling the aeration air amount so that the synthesized function becomes to local minimum value.

#### 4. Brief Description of Drawings

Fig. 1 is a graph illustrating the relationship between each  $P$ ,  $FP$  and  $FP^2$  and DO, respectively; Fig. 2 is a graph illustrating the relationship between  $FP$  and DO;

Fig. 3 is a graph illustrating the relationship between  $FP^2$  and aeration air amount; Fig. 4 is a graph illustrating the measured results by means of computer simulation of the present invention; and Fig. 5 is a block diagram for embodying the method of the present invention.

- 1           AERATION AIR AMOUNT
- 2           AIR DIFFUSING PIPE
- 3           EXHAUST GAS CAPTURING DEVICE
- 4           OXYGEN ANALYZER
- 5, 6, 7     OPERATIONAL UNIT
- 8           AIR FLOW CONTROLLER
- 9           AIR FLOW METER
- 10          MOTOR-DRIVEN VALVE FOR AIR FLOW OPERATION
- 11          AIR BLOWER
- P          DIFFERENCE-IN OXYGEN PARTIAL PRESSURE SIGNAL
- F          AERATION AIR FLOW AMOUNT SIGNAL